

## CORRECTION

# À la découverte de la cristallographie

**La réponse à l'énigme** (si les élèves ont trouvé, c'est qu'ils ont répondu juste au questionnaire)

**« Je suis un cristal dont les atomes forment le motif le plus simple de tous : un cube, qui suis-je ? »**

La réponse finale est :

**POLONIUM**

Question bonus : cette espèce n'est pas présente dans les collections du musée de minéralogie, savez-vous pourquoi ?

**Le polonium n'est pas présent au musée car il est radioactif et donc dangereux !**

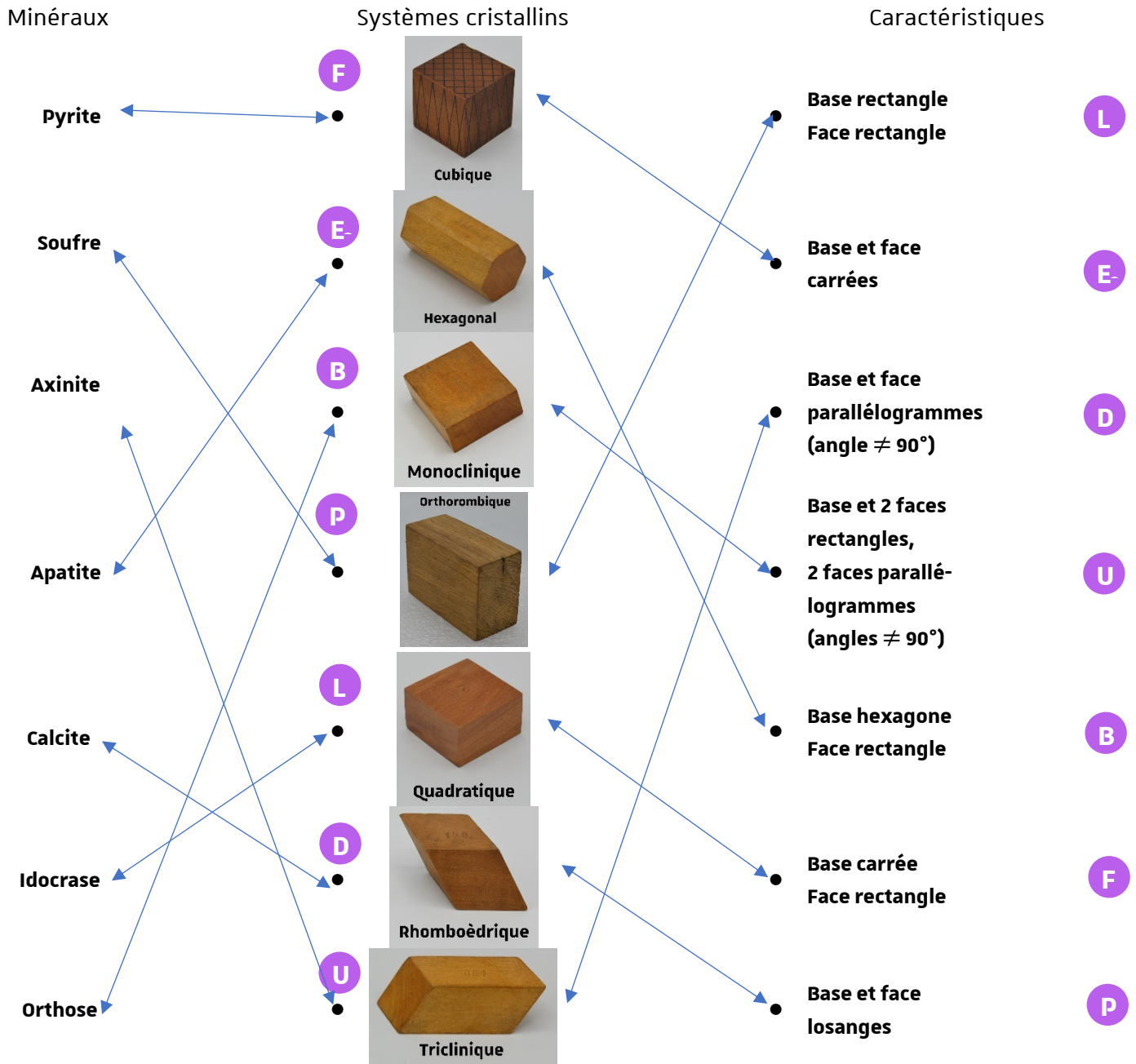
**Répondre ensuite selon le temps disponible :**

- aux **questions supplémentaires** (voir pages suivantes)
- au **tableau récapitulatif** sur les démarches

Date	Scientifiques	Thèse défendue	Démarche, méthodes, outils utilisés	Comment cette thèse a-t-elle été reçue dans la communauté scientifique ?
1772	Romé de l'Isle	Possibilité de classer les cristaux d'après leur forme géométrique extérieure, visible à l'œil nu.	Mesures précises des angles entre les faces des cristaux sur plus de 5000 échantillons (goniomètre) → description, classification.	Peu d'échos en France. NB : davantage reconnu en Allemagne par exemple.
1780	Haüy	Organisation régulière dans les cristaux à une échelle microscopique.	Observation de la forme géométrique de brisures de cristaux (hasard puis expériences sur de nombreux cristaux) → modèles sous la forme de schémas. NB : lien structures macro / microscopiques.	Les hypothèses d'Haüy font l'objet d'une respectueuse controverse pendant plusieurs décennies. NB : en particulier avec les partisans d'une classification basée sur la composition chimique.
1818	Mitscherlich	Relations entre la forme des cristaux et leur composition chimique.	Observations et expériences sur différents cristaux.	Début de réconciliation entre l'approche basée sur la forme géométrique et celle basée sur la composition chimique.
1848	Bravais	Réseaux cristallins à l'échelle microscopique.	Approche de physique mathématique → modélisation.	La théorie de Bravais sera reléguée au rang de « pure spéculation géométrique » par l'Académie française pendant près de 50 ans. NB : Ses travaux sont désormais confirmés grâce à l'utilisation des rayons X.
1913	Bragg	Détermination de la première structure cristalline (NaCl).	Diffraction aux rayons X.	Prix Nobel de physique en 1915. NB : confirmation de l'organisation microscopique / maille élémentaire.

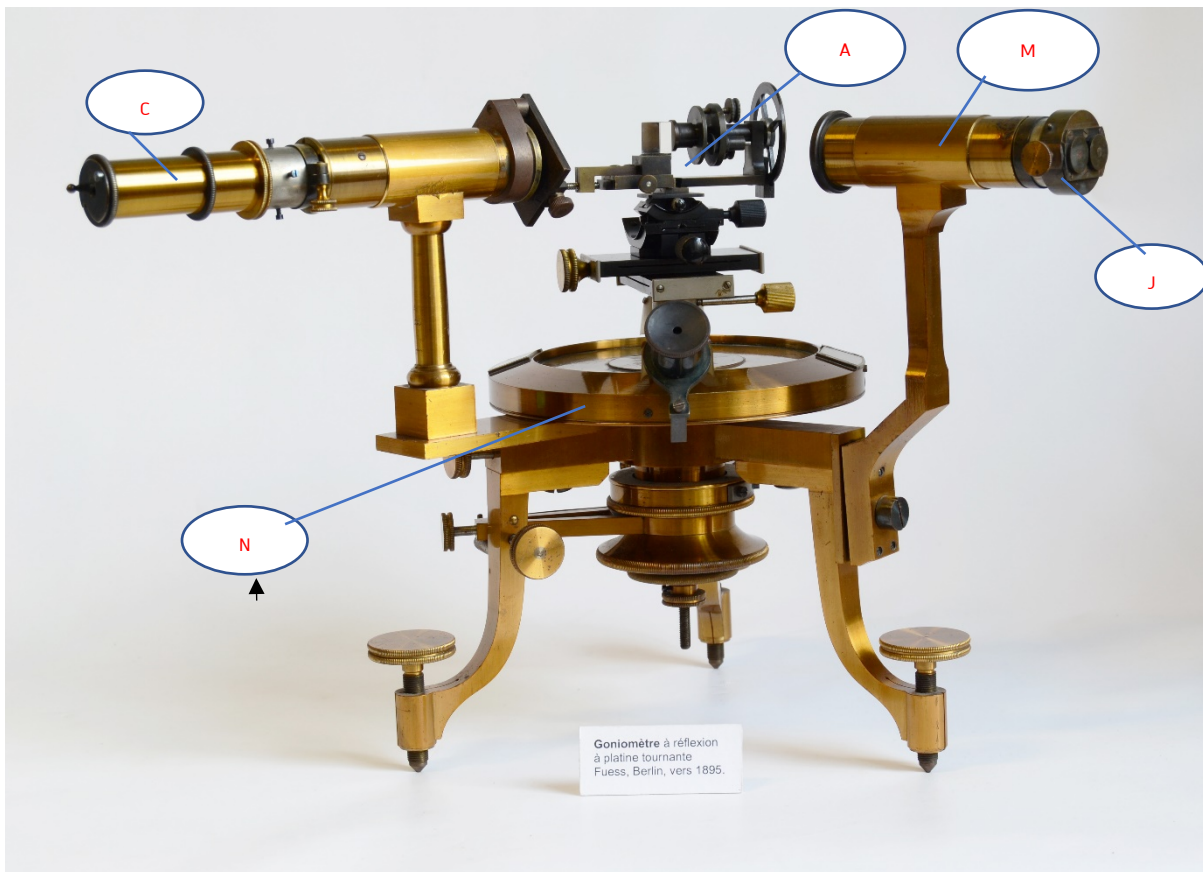
# Décrire et classer les cristaux

Grâce à votre observation minutieuse des vitrines, reliez le nom de chaque minéral à son système cristallin et ses caractéristiques géométriques.



Trouvez la forme et le système cristallin du **soufre** pour découvrir deux lettres de la réponse finale !

Forme (caractéristiques) : Base et face rectangle → **L**    Système cristallin : Orthorhombique. → **P**



1. Endroit où l'on place le cristal à étudier. **A**
2. Lunette qui permet d'observer le faisceau réfléchi par le cristal. **C**
3. Collimateur qui permet d'obtenir un faisceau de lumière parallèle. **M**
4. Source lumineuse qui permet d'éclairer le cristal à étudier. **J**
5. Cercle gradué pour mesurer un angle de déviation. **N**



*Trouvez la partie désignée par la flèche, elle indique une lettre de la réponse finale !*

*Regardez bien l'image, c'est la lettre N !*

# Compositions chimiques et structures cristallines

Grâce à votre observation minutieuse des vitrines, remplissez le texte à trous et rayez la mention inutile (lorsqu'il y a deux propositions) :

L' **ANHYDRITE** (de formule  $\text{CaSO}_4$ ), la **Barytine** (de formule  $\text{BaSO}_4$ )  
et la **CELESTITE** (de formule  $\text{SrSO}_4$ )  
ont des compositions chimiques **identiques** / différentes\*  
et des structures cristallines identiques / **différentes**.

\* Observez la position des éléments Ca, Ba et Sr dans le tableau périodique (dont la première version date de 1869) !

Que remarquez-vous ? **Ces trois éléments chimiques se trouvent dans la même colonne du tableau périodique (ils font donc partie de la même famille chimique, ils ont la même couche de valence – les élèves et professeurs de physique-chimie savent ce que cela signifie).**

La **calcite** et l'**aragonite** ont des formules chimiques identiques / **différentes**  
(Formule(s) :  $\text{CaCO}_3$ )  
et des structures cristallines **identiques** / différentes.

**NB : Les différences de structure sont liées aux conditions de formation (température en particulier).**



La seule lettre commune à toutes les formules fait partie de la réponse finale ! **Lettre : O**

Repérez le graphite dans les vitrines: quel cristal également très connu présente la même composition chimique ?

**Le diamant (composition: carbone).**

Comment pouvez-vous décrire les différences entre ces cristaux ? **(voir aussi la vidéo)**

**On peut décrire les différences entre cristaux par leur dureté, leur texture ou encore leur couleur.**

**NB : Le diamant et le graphite n'ont pas la même structure cristalline à l'échelle microscopique, ce qui affecte leurs propriétés physiques (brillance, dureté, densité...). Les différences de structure sont liées aux conditions de formation (pression en particulier).**

# Des édifices ordonnés

## Comment Haüy a-t-il élaboré sa théorie sur la structure des cristaux ?

Repérez et soulignez des expressions qui montrent que la construction de la connaissance peut mêler intuition, hasard, entourez celles qui montrent le travail et la détermination.

René-Just Haüy, initialement amateur de botanique, s'étonnait de la constance des formes des fleurs, des fruits, et ne concevait pas que les formes des minéraux, plus simples, ne fussent pas soumises à de mêmes lois.

Ce fut lorsqu'il était rempli de ces idées, qu'examinant quelques minéraux il eut l'heureuse maladresse de laisser tomber un beau groupe de spath\* calcaire cristallisé en prismes. Un de ces prismes se brise de manière à montrer sur sa cassure des faces non moins lisses que celles du dehors, et qui présentaient l'apparence d'un cristal nouveau. M. Haüy ramasse ce fragment ; il en examine les faces, leurs inclinaisons, leurs angles. A sa grande surprise il découvre qu'elles sont les mêmes que dans ... le spath d'Islande.

**Un monde nouveau semble à l'instant s'ouvrir pour lui.** Il rentre dans son cabinet, prend un spath cristallisé en pyramide hexaèdre, il essaie de le casser, et il en voit encore sortir ce ... spath d'Islande ; les éclats qu'il en fait tomber sont eux-mêmes de petits rhomboïdes : il casse un troisième cristal, ... lenticulaire ; c'est encore un rhomboïde qui se montre dans le centre, et des rhomboïdes plus petits qui s'en détachent.

« Tout est trouvé ! » s'écrie-t-il. Les molécules du spath calcaire n'ont qu'une seule et même forme : c'est en se groupant diversement qu'elles composent ces cristaux dont l'extérieur si varié nous fait illusion.

Monsieur Haüy n'hésite pas à mettre en pièces sa petite collection ; ses cristaux, ceux qu'il obtient de ses amis éclatent sous le marteau : partout il retrouve une structure fondée sur les mêmes lois. Dans le grenat, c'est un tétraèdre ; dans le spath fluor, c'est un octaèdre ; dans la pyrite, c'est un cube...

\*spath : variété transparente de calcite

## Grâce à la lecture du texte, remplissez le texte à trous avec les mots proposés :

cristal

atomes

géométrie

L'abbé René Just Haüy découvre que lorsqu'il casse un **cristal** de calcite, les éclats conservent la même

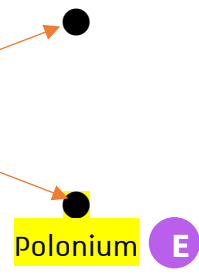
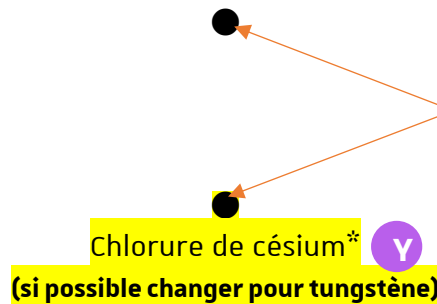
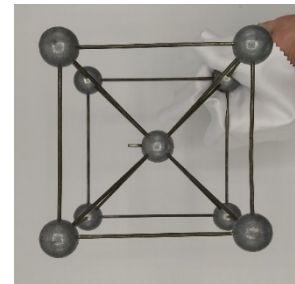
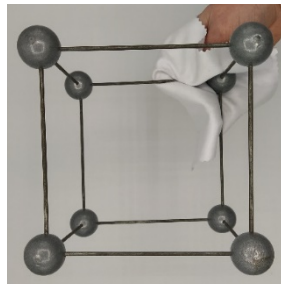
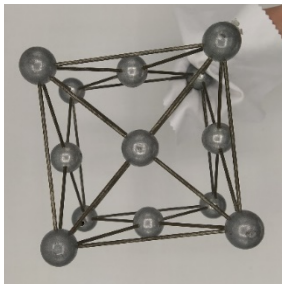
**géométrie**. Cela s'explique maintenant par le fait que les **atomes** sont organisés de manière régulière.



La quatrième lettre du mot indiqué par la flèche fait partie de la réponse finale ! **Lettre M**

# Un éclairage mathématique sur l'infiniment petit

Grâce à votre observation minutieuse des vitrines, reliez chaque minéral au modèle en fer correspondant à sa maille élémentaire :



La lettre associée au minéral de maille élémentaire cubique à faces centrées fait partie de la réponse finale !

On peut reconnaître le réseau de bravais d'un minéral en :

- l'observant à l'œil nu **i**
- calculant le nombre d'atomes dans la maille élémentaire **O**
- l'observant au microscope **M**



L'une de ces trois lettres fait partie de la réponse finale !

\*Choix peu pertinent, car très compliqué. Si possible, remplacer par le tungstène (mention en vitrine ?).

# La révolution « rayons X »

---

Combien d'appareils à rayons X pouvez-vous voir dans le musée ? **A vérifier : 1 ou 2 ?**

**Retrouvez le nom du cristal inconnu en comparant son diffractogramme aux motifs des diffractogrammes des cristaux connus (voir page suivante)**



*Le bon diffractogramme donne une lettre qui fait partie de la réponse finale !*

*Par comparaison des diffractogrammes avec celui du cristal inconnu, on obtient l'halite et donc la lettre U.*

Repérez la halite dans les vitrines.

Quel est son nom courant ? **Le sel gemme ou tout simplement sel de table**

Repérez la pyrite dans les vitrines.

Pourquoi l'appelait-on "l'or des fous" ?

**Durant la ruée vers l'or, la pyrite a été confondue par de nombreux mineurs avec le précieux métal à cause de son éclat et de sa couleur.**